

野菜類軟腐病細菌のファージ型の変動に関する研究

富 樫 二 郎・本 山 義 治・生 井 恒 雄
山形大学農学部生物機能調節学講座
(平成7年9月1日受理)

Study on Fluctuation of Phage-Type in Soft Rot *Erwinia*

Jiro TOGASHI, Yoshiji MOTOYAMA and Tsuneo NAMAI

Section of Bioprocess Engineering, Faculty of
Agriculture, Yamagata University,
Tsuruoka 997, Japan
(Received September 1, 1995)

Summary

The present study was conducted to find the effects of the period and the area which soft rot *Erwinia* were isolated and the length of continuous cropping of Chinese cabbages on diversity of phage-type of the organisms. Nine phage strains (a-i) isolated from the infected tissues and the rhizospheres of Chinese cabbage in 1992-1993 at Yamagata University Farm were used. Two hundred and twenty seven isolates of soft rot *Erwinia* were obtained from 54 infected crucifer plants raised at Minden, Hie and Takasaka Districts in Tsuruoka City in summer period, 1992. Of them, 85 isolates (37.4%) were sensitive to 9 phage strains and they were classified 12 phage-types. In fall, 172 isolates were obtained from 31 infected crucifer plants. Of them, 149 isolates (86.6%) were sensitive to 9 phage strains and they were composed from 18 phage-types. Percentage of phage sensitive isolates to all ones, number of phage-types and predominantly occurring phage-types varied with the period and the area which the organism was isolated. It was showed that percentage of phage sensitive isolates increased in fall. Moreover, phage sensitivity of the isolates from the diseased Chinese cabbages raised in continous cropping fields for 2 and 15 years at Yamagata University Farm was examined. In the spring sowing of continuous cropping for 2 years, of 117 isolates from the 45 diseased plants, 20 isolates (17.1%) were sensitive to the phage strains and they were composed from 8 phage-types. In the spring sowing of continuous cropping for 15 years, of 103 isolates from 31 diseased plants, 83 isolates (80.5%) were sensitive to the phage strains and they were composed from 9 phage-types. According to increasing of the length of continuous cropping of Chinese cabbage, precentage of phage sensitive isolates rised. Thus it was confirmed that the percentage of phage sensitive isolates, the number of phage-type and the predominantly occurring phage-type of soft rot *Erwinia* were influenced by the period and the area which the organisms were isolated and by the length of continuous cropping of Chinese cabbages.

key words : soft rot *Erwinia*, phage-type, vegetable

緒 言

野菜類軟腐病細菌 *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*

キーワード：軟腐病細菌，ファージタイピング，野菜

のファージは系統特異性であり，ファージ感受性の差異によって本病原菌はいくつかのファージ型（溶菌型）に類別される^{8,9)}

前報¹¹⁾では宿主範囲の異なる10系統のファージを用いて鶴岡市周辺のハクサイ栽培ほ場で軟腐病菌のファージ

ジ型の分布を調査し、ファージ感受性菌の割合や優占的に分離されるファージ型が年次的に変動することを明らかにした。しかし、このようなファージ型の存在の植物病理学的意義、役割等については殆ど検討されていない。このような課題の解明には、ほ場におけるファージ型の分布等に関する知見をさらに多く集積する必要がある。

本研究では野菜類軟腐病菌の分離時期、分離地域、およびハクサイの連作年数によってファージ型間で分離頻度に差異があるか否かを調べたので、その結果を報告する。

本報の一部は平成5年度日本植物病理学会東北部会（弘前大学）で発表した。

材料および方法

ファージ ファージは1992年および1993年6月～7月に鶴岡市高坂の山形大学農学部附属農場のハクサイ連作ほ場で軟腐病罹病組織およびそれらの根圏より前報¹⁾の方法で分離した。それぞれ単溶菌斑分離を2～3回繰り返した後、ブイヨンに浮遊させ5℃で保存した。これらの中から分離源、分離時期の異なる9系統(a～i)を任意に選び実験に供試した。

分離時期および分離地域の違いと軟腐病菌のファージ型 1992年6月～7月（夏期）と9月～10月（秋期）に鶴岡市民田、日枝および高坂の各地域で野菜類の軟腐病罹病組織および根圏から病原菌を分離した。これらの分離菌株のファージ感受性を前述の9系統のファージを用いて反応させて検定した。病原菌の分離法、病原性の確認およびファージ感受性の検定は前報¹⁾の通り行った。

連作年限の違いと軟腐病菌のファージ型 本学部附属農場のハクサイ連作2年目のほ場に1993年5月7日（春播）と8月6日（夏播）にハクサイ（松島交配新六号）を播種した。栽培方法、肥培管理等は前報¹⁰⁾の通りである。軟腐病が発病したときに罹病組織および根圏よりその病原菌を分離し、それらのファージ感受性を検定した。方法はすべて前報¹¹⁾の通りである。

結 果

1. 供試ファージと指示菌との反応

本実験に供試した9系統のファージの分離源等を第1表、指示菌との反応を第2表に示した。ファージはそれぞれa～iとしたが、ブイヨン寒天培地上で直径0.5mm以下のピンホール状で混濁状のプラークを形成するものが多くみられた。しかし、ファージfのように直径1.8mmの

Table 1. Source and some plaque morphology of phage strains of soft rot *Erwinia* used in the present study.

| Phage strains | Source isolated | Date collected | Plaque morphology | | |
|---------------|------------------|----------------|--------------------|------------------|------------------|
| a | RS ^{a)} | Ju. 7, 1992 | <0.5 ^{b)} | Ci ^{c)} | T ^{d)} |
| b | RT ^{e)} | Ju. 13, 1993 | <0.5 | P ^{f)} | T |
| c | RS | Ju. 21, 1993 | <0.5 | P | T |
| d | RS | Ju. 21, 1993 | <0.5 | P | T |
| e | RS | Ju. 21, 1993 | 1.0 | P | Cl ^{g)} |
| f | RS | Oct. 15, 1992 | 1.8 | P | T |
| g | RS | Oct. 26, 1993 | <0.5 | P | Cl |
| h | RT | Oct. 26, 1993 | <0.5 | P | T |
| i | RT | Oct. 26, 1993 | 1.0 | Ci | Cl |

a) Rhizosphere of Chinese cabbage

b) Diameter (mm) based on average of 10 plaques

c) Circular

d) Turbid

e) Rotted tissues of Chinese cabbage

f) Pinhole

g) Clear

Table 2. Reactions of indicator strains of soft rot *Erwinia* to phage strains used in the present study.

| Indicator strains | Phage strains | | | | | | | | | Phage-type |
|-------------------|---------------|---|---|---|---|---|---|---|---|------------|
| | a | b | c | d | e | f | g | h | i | |
| 1 | + | — | — | — | — | — | — | — | — | A |
| 2 | — | + | — | + | — | — | — | — | — | BD |
| 3 | — | — | + | — | — | — | — | — | — | CD |
| 4 | — | — | — | + | — | — | — | — | — | D |
| 5 | — | — | — | + | + | — | — | — | — | DE |
| 6 | — | — | — | + | + | + | + | — | — | DEFG |
| 7 | — | — | — | + | + | — | + | — | — | DEG |
| 8 | — | — | — | — | — | — | — | + | — | H |
| 9 | — | — | — | — | — | — | — | — | + | I |

+: Plaque formation; —: No reaction.

大型のプラークを形成するものもみられた。また、指示菌との交互反応では、ファージdは指示菌4の他に2, 3, 5, 6, 7の指示菌とも反応し、供試ファージ中もっとも広い宿主範囲を示した。ついでファージeが宿主範囲が広く、指示菌5のほか6, 7, とさらにファージgは指示菌7のほか6とも反応した。しかし、その他のファージはそれぞれの指示菌との反応にとどまり、これらは高い系統特異性を示した。なお、供試したファージに感受性の菌株のファージ型はそのファージの記号の大文字で表示した。

Table 3. Rate of phage sensitive isolates of soft rot *Erwinia* to all ones obtained in summer.

| Area | Source plant | | No. of sample used for isolation | No. of isolate | No. of isolate sensitive to phage (%) |
|----------|-----------------|------------------|----------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| Minden | Chinese cabbage | RT ^{a)} | 3 | 15 | 8 (53.3) ^{c)} |
| | | RS ^{b)} | 2 | 10 | 2 (20.0) |
| | Cabbage | RT | 2 | 10 | 8 (80.0) |
| | Broccoli | RS | 1 | 4 | 1 (25.0) |
| | Cauliflower | RT | 2 | 9 | 3 (33.3) |
| | | RS | 2 | 6 | 1 (16.6) |
| | | 12 | 54 | 23 (42.6) | |
| Hie | Chinese cabbage | RT | 6 | 26 | 7 (26.9) |
| | | RS | 5 | 21 | 2 (9.5) |
| | Cabbage | RT | 7 | 31 | 4 (12.9) |
| | | RS | 7 | 24 | 6 (25.0) |
| | | | 25 | 102 | 19 (18.6) |
| Takasaka | Chinese cabbage | RT | 9 | 42 | 26 (61.9) |
| | | RS | 8 | 29 | 17 (58.6) |
| | | 17 | 71 | 43 (60.6) | |
| | | 54 ^{d)} | 227 ^{d)} | 85 ^{d)} (37.4) | |

a) Rotted tissue b) Rhizosphere c) % d) Total

2. 軟腐病菌の分離時期および分離地域の違いとファージ型

夏期には軟腐病にかかったハクサイ、キャベツ、ブロッコリーおよびカリフラワーの54個体から227菌株の病原菌を分離した。そのうち85菌株(37.4%)が供試ファージの何れかと反応し(第3表)、分離地域別では高坂での反応率が60.6%と最も高く、次いで民田(42.6%)、日枝(18.6%)の順であった。これらのファージ感受性菌株は高坂で11ファージ型、民田で5、日枝で3であり、全体として12ファージ型に類別された。主なファージ型は、高坂ではDE型、DEFG型、DEG型、民田ではD型、DEF型、および日枝ではD型であった(第4表)。なお、ファージ感受性菌の割合は根圏に比べ組織病斑からのものが高い傾向がみられた(第3表)。秋期にはハクサイ、キャベツの31罹病個体から172菌株を分離した。そのうち、全体の86.6%に相当する149菌株がファージ感受性であった。ファージ感受性菌株の割合は夏期に比べ高く、民田および日枝では全株、高坂でも80.3%の菌株が感受性であった(第5表)。これらのファージ感受性菌株は民田で4ファージ型、日枝で3、高坂で18で、全体として18ファージ型に類別された。また、優占的に分離され

Table 4. Phage-typing of phage sensitive isolates of soft rot *Erwinia* obtained at different areas and periods.

| Areas | Phage strains | | | | | | | | | | Phage-type | No. of isolate | |
|----------|---------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|------------|----------------|------|
| | No. | a | b | c | d | e | f | g | h | i | | Summer | Fall |
| Minden | 1 | + | - | - | - | - | - | - | - | - | A | 2 | |
| | 2 | - | - | - | + | - | - | - | - | - | D | 11 | |
| | 3 | - | - | - | + | + | - | - | - | - | DE | 3 | |
| | 4 | - | - | - | + | + | + | - | - | - | DEF | 5 | 20 |
| | 5 | - | - | - | + | + | + | - | + | - | DEG | 2 | |
| | 6 | - | - | - | + | + | + | + | + | - | DEFG | | 1 |
| | 7 | - | - | - | + | + | + | - | - | - | DF | | 8 |
| | 8 | - | - | - | + | + | + | + | - | - | DFG | | 1 |
| Hie | 1 | - | + | - | - | - | - | - | - | - | B | 1 | |
| | 2 | - | - | + | - | - | - | - | - | - | C | 2 | |
| | 3 | - | - | - | + | - | - | - | - | - | D | 16 | 13 |
| | 4 | - | - | - | + | + | + | + | + | - | DEFG | | 2 |
| | 5 | - | - | - | + | + | + | - | + | - | DEG | | 10 |
| Takasaka | 1 | - | + | - | - | - | - | - | - | - | B | 1 | |
| | 2 | - | + | - | + | - | - | - | - | - | BD | | 2 |
| | 3 | - | + | - | + | - | - | + | - | - | BDG | | 1 |
| | 4 | - | + | - | + | - | - | - | + | - | BDH | | 4 |
| | 5 | - | + | - | + | - | + | + | + | - | BDFG | | 2 |
| | 6 | - | - | + | - | - | - | - | - | - | C | 5 | |
| | 7 | - | - | + | + | - | - | - | - | - | CD | 1 | |
| | 8 | - | - | + | - | + | - | - | - | - | D | 5 | 9 |
| | 9 | - | - | - | + | + | - | - | - | - | DE | 8 | 20 |
| | 10 | - | - | - | + | + | + | + | - | - | DEF | 3 | 1 |
| | 11 | - | - | - | + | + | + | + | + | - | DEFG | 9 | 14 |
| | 12 | - | - | - | + | + | + | - | + | - | DEG | 6 | 13 |
| | 13 | - | - | - | + | + | + | + | + | - | DEFH | | 1 |
| | 14 | - | - | - | + | - | - | + | - | - | DG | | 1 |
| | 15 | - | - | - | + | - | + | - | - | - | DF | | 8 |
| | 16 | - | - | - | + | - | + | + | + | - | DFG | | 2 |
| | 17 | - | - | - | - | + | - | - | - | - | E | 3 | 4 |
| | 18 | - | - | - | - | + | + | - | - | - | EF | | 2 |
| | 19 | - | - | - | - | + | + | + | + | - | EFG | 1 | 9 |
| | 20 | - | - | - | - | + | - | + | - | - | EG | 1 | 10 |
| | 21 | - | - | - | - | - | + | - | - | - | F | | 1 |

+ : Plaque formation ; - : No reaction

るものは民田でDEF型、DF型、日枝でD型、DEG型、高坂ではDE型、DEFG型、DEG型などであった。(第4表)。

3. 連作年限の異なるハクサイほ場で分離した軟腐病菌のファージ型の比較

連作2年目の場合、春播では45個体の軟腐病罹病ハクサイから117菌株の病原菌を分離した。そのうち20菌株(17.1%)がファージ感受性で8ファージ型に類別された。これらの中でDEFG型が7菌株でもっとも多く、

Table 5. Rate of phage sensitive isolates of soft rot *Erwinia* to all ones obtained in fall.

| Area | Source plant | | No. of sample used for isolation | No. of isolate | No. of isolate sensitive to phage(%) |
|----------|--------------------|------------------|--|-------------------|---|
| Minden | Cabbage | RT ^{a)} | 1 | 10 | 10 (100) ^{c)} |
| | | RS ^{b)} | 3 | 20 | 20 (100) |
| | | | 4 | 30 | 30 (100) |
| Hie | Chinese cabbage | RT | 3 | 12 | 12 (100) |
| | | RS | 3 | 13 | 13 (100) |
| | | | 6 | 25 | 25 (100) |
| Takasaka | Chinese cabbage | RT | 13 | 73 | 62 (84.9) |
| | | RS | 8 | 44 | 32 (72.7) |
| | | | 21 | 117 | 94 (80.3) |
| | | | 31 ^{d)} | 172 ^{d)} | 149 ^{d)} (86.6) |

a) Rotted tissue b) Rhizosphere c) % d) Total

Table 6. Rate of phage sensitive isolates of soft rot *Erwinia* to all ones obtained from continuous cropping field with Chinese cabbage for 2 years.

| Period for isolation | Source plant | | No. of sample used for isolation | No. of isolate | No. of isolate sensitive to phage(%) |
|-------------------------|--------------------|------------------|-------------------------------------|-------------------|---|
| Summer | Chinese cabbage | RT ^{a)} | 23 | 69 | 10 (14.5) ^{e)} |
| | | RS ^{b)} | 22 | 48 | 10 (20.8) |
| | | | 45 ^{d)} | 117 ^{d)} | 20 ^{d)} (17.1) |
| Fall | Chinese cabbage | RT | 6 | 18 | 18 (100.0) |
| | | RS | 7 | 23 | 21 (91.3) |
| | | | 13 ^{d)} | 41 ^{d)} | 39 ^{d)} (95.1) |

a) Rotted tissue b) Rhizosphere c) % d) Total

Table 7. Phage-typing of phage sensitive isolates of soft rot *Erwinia* obtained from continuous cropping field with Chinese cabbage for 2 years.

| No. | Phage strains | | | | | | | | | Phage-type | No. of isolate | |
|-----|---------------|---|---|---|---|---|---|---|---|------------|----------------|------|
| | a | b | c | d | e | f | g | h | i | | Summer | Fall |
| 1 | - | + | - | + | - | - | + | - | - | BDG | | 1 |
| 2 | - | - | + | - | - | - | - | - | - | C | 2 | |
| 3 | - | - | + | + | - | - | - | - | - | CD | 1 | |
| 4 | - | - | - | + | - | - | - | - | - | D | 3 | |
| 5 | - | - | - | + | + | - | - | - | - | DE | 1 | |
| 6 | - | - | - | + | + | + | - | - | - | DEF | 2 | 12 |
| 7 | - | - | - | + | + | + | + | - | - | DEFG | 7 | 6 |
| 8 | - | - | - | + | + | - | + | - | - | DEG | | 2 |
| 9 | - | - | - | + | - | + | - | - | - | DF | | 1 |
| 10 | - | - | - | + | - | + | + | - | - | DFG | 1 | 10 |
| 11 | - | - | - | - | + | + | - | - | - | EF | | 5 |
| 12 | - | - | - | - | + | + | + | - | - | EFG | 2 | 1 |
| 13 | - | - | - | - | + | - | + | - | - | EG | | 1 |

+ : Plaque formation ; - : No reaction

ついでD型の3菌株であった(第6、7表)。夏播では13個体から41菌株を分離した。そのうち、39菌株(95.1%)がファージ感受性で9ファージ型に類別され、DEF型(12菌株)、DFG型(10菌株)、DEFG型(6菌株)などが優占的に分離された。連作15年目のほ場における春播では31個体から103菌株の病原菌が分離された。これらのうち83菌株(80.5%)がファージ感受性で9ファージ型に類別された。それらの中でDEFG型に属する菌株が22菌株でもっとも多く、全体の26.5%を占めた。ついで、DEF型が19菌株(22.9%)でこの両型で全体の約半数に達した(第8、9表)。なお、夏播では軟腐病の発病程度が軽症で病原菌は分離できなかった。

考 察

植物病原細菌においては同種の中に血清型、ファージ型、病原型などの系統が存在するものがある。同種の病原菌でもこれらの系統によって疫学的に違いのあること

Table 8. Rate of phage sensitive isolates of soft rot *Erwinia* to all ones obtained from continuous cropping with Chinese cabbage for 15 years.

| Period for isolation | Source plant | No. of sample used for isolation | No. of isolates | No. of isolate sensitive to phage (%) |
|----------------------|--------------------------|----------------------------------|-------------------|---------------------------------------|
| Summer | Chinese RT ^{a)} | 18 | 68 | 58 (85.3) ^{c)} |
| | cabbage RS ^{b)} | 13 | 35 | 25 (71.4) |
| | | 31 ^{d)} | 103 ^{d)} | 83 ^{d)} (80.5) |

a) Rotted tissue b) Rhizosphere c) % d) Total

Table 9. Phage-typing of phage sensitive isolates of soft rot *Erwinia* obtained from continuous cropping field with Chinese cabbage for 15 years in summer.

| No. | Phage strains | | | | | | | | | Phage-type | No. of isolates |
|-----|---------------|---|---|---|---|---|---|---|---|------------|-----------------|
| | a | b | c | d | e | f | g | h | i | | |
| 1 | + | + | - | - | - | - | - | - | - | B | 2 |
| 2 | + | + | - | + | - | - | - | - | - | BD | 8 |
| 3 | - | - | - | + | - | - | - | - | - | D | 14 |
| 4 | - | - | - | + | + | - | - | - | - | DE | 1 |
| 5 | - | - | - | + | + | + | - | - | - | DEF | 19 |
| 6 | - | - | - | + | + | + | + | - | - | DEFG | 22 |
| 7 | - | - | - | + | - | + | - | - | - | DF | 7 |
| 8 | - | - | - | + | - | + | + | - | - | DFG | 5 |
| 9 | - | - | - | - | - | + | + | - | - | FG | 3 |

+ : Plaque formation ; - : No reaction

がカンキツかいよう病菌 (*X. campestris* pv. *citri*)⁴⁾ やジャガイモ軟腐病菌 (*E. carotovora* subsp. *carotovora*)⁷⁾ など知られている。例えば、ジャガイモ軟腐病菌の場合、44血清型に類別され、茎と土壌や塊茎からの分離菌が血清学的に異なること⁴⁾、疫学的には血清型Ⅲに属する地下部のグループと血清型XVⅢに属する地上部グループに大別でき、病気は主として地下部のグループによって引き起こされる²⁾ことが明らかにされている。しかし、多くの野菜類に軟腐病をひきおこす本菌はいくつかのファージ型に類別されているが、その植物病理学的意義、役割は不明で、それらの検討が要請されている。これらの観点から本研究では軟腐病菌の分離時期、地域、およびハクサイの連作年限の違いによってファージ型間で出現頻度に差異があるか否かを調べた。

ファージは山形大学附属農場のハクサイ連作ほ場で分離した。本菌のファージは系統特異性がたかく宿主範囲はきわめて狭い^{8,9)}。しかし、ファージの宿主範囲は分離源によっても異なり、病斑からのものより土壌からのものが広い傾向がある³⁾。今回供試の9系統のファージ

は組織病斑と根圏から分離したが、前報^{11,12)}のように土壌由来のものが必ずしも宿主範囲が広いとはかぎらなかった。

これらのファージを用い、民田、日枝、高坂の3地域で夏期と秋期にハクサイなどの病斑と根圏から軟腐病菌を分離し、ファージ感受性を調べた。ジャガイモ軟腐病菌の場合、389菌のうち44%の菌株が14系統のファージと反応するが、ファージ型と品種や分離時期との間に特別の関係はみられていない⁵⁾。しかし、本研究では地域によってファージ感受性菌の割合やファージ型数、優占的に出現するファージ型が異なることが確かめられた。これらは分離時期によっても異なり、夏期に比べ秋期に感受性菌の割合が高く、ファージ型数も多くなる傾向がみられた。この結果は、ジャガイモ軟腐病菌と本病菌では大きく異なることを示しているが、その理由は不明であり今後、検討する必要がある。

ハクサイ軟腐病は土壌伝染病で現在でも難防除病害とされている⁶⁾。本病の防除法の中に古くから宿主作物の連作を避けることがあげられている。しかし、ハクサイの連作によって土壌中の病原菌の密度がとくに高くなることは確認できなかった¹⁰⁾。本実験でハクサイの連作にともなうファージ感受性菌の割合が高くなることが春播で示されたが、ファージ型数や優占的に出現するファージ型について一定の傾向を見出すことは困難であり、さらに調査する必要がある。

本実験を通してファージ型によって分離頻度に違いがあり、概してファージdと反応する系統が高い頻度で分離された。このことは本病原菌も、落葉果樹類にBacterial cankerをひきおこす *Ps. syringae* や *Ps. mors-prunorum* で報告されている寄生のエコタイプと腐生的エコタイプに分化している¹⁾可能性を示唆していると思われる。

摘 要

野菜類軟腐病菌のファージ型の実態を明らかにするため、分離地域、分離時期およびハクサイ連作の年限の長さによってファージ感受性菌の割合や優占的に出現するファージ型がどのように変動するかを調べた。ファージは1992年～1993年山形大学農学部附属農場のハクサイ軟腐病罹病組織および根圏から分離した9系統（a-i）を用いた。1992年夏期に鶴岡市民田、日枝、高坂の3地区で54罹病個体から分離した227菌株の軟腐病菌を分離し、9系統のファージとの反応を調べた。この結果、供試菌株中85菌株（37.4%）がファージ感受性でそれらは12ファージ型に類別された。また、秋期に31罹病個体からの172菌株を供試したところ、86.6%にあたる149菌株がファージ感受性で18ファージ型に類別された。優占的に出現するファージ型は3地区で差異がみられた。さらに、連作2年目及び15年目のほ場に栽培したハクサイから軟腐病菌を分離し、それらのファージ感受性を調べた。連作2年目の春播では45個体のハクサイから117菌株を分離したが、そのうち20菌株（17.1%）がファージ感受性で8ファージ型に類別された。連作15年目の場合、31個体からの103菌株のうち83菌株（80.5%）がファージ感受性で9ファージ型に類別された。以上のことから、軟腐病菌のファージ感受性菌の場合、ファージ型数及び優占的に出現するファージ型が分離地域、分離時期および宿主作物の連作年限によって変動することが示された。

本研究を行なうにあたり、山形大学農学部附属農場阿部武雄技官をはじめ技官の方々に多大の御協力をいただいた。記して謝意を表する。

引用文献

- 1) Crosse, J. E. (1966). Epidemiological relations of the pseudomonad pathogens of deciduous fruit trees. *Ann. Rev. Phytopathol.* **4**: 291-310.
- 2) De Boer, S.H. (1987). Serological and epidemiology of *Erwinia carotovora*. In *Pathogenic Bacteria*. Pro. 6th. Inter. Conf. on Plant Path. Bact. (Civero le. E. L. et al eds.) Martinus Nijhoff Publisher. Dordrecht. pp. 121-128.
- 3) 後藤正夫, Starr, M. P. (1972). *Xanthomonas citri* のファージ・細菌関係、とくに他の *Xanthomonas* 属細菌との比較について。日植病報 **38**: 226-248.
- 4) 後藤正夫・太田光輝・岡部徳夫 (1975). カンキツかいよう病菌 *X. citri* (Hasse) の腐生的生存に関する研究。日植病報 **41**: 141-147.
- 5) Gross, D. C., Powelson, M. L., Reger, K. M. and Rademaker, G. K. (1990). A bacteriophage-typing system for surveying the diversity and distribution of starin of *Erwinia carotovora* in potato fields. *Phytopathology* **81**: 220-226.
- 6) 本間善久 (1992). 土防伝染病談話会レポート. **16**: 11-20.
- 7) Powelson, M. L. and Apple, J.D. (1984). Soil and seed tubers as source of inoculum of *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* for stem rot of potatoes. *Phytopathology* **74**: 429-432.
- 8) 塩見俊樹・藤井 博 (1972). 野菜軟腐病細菌に寄生するファージについて。日植病報 **38**: 199 (講要).
- 9) 富樫二郎・鈴木義久 (1972). 軟腐病細菌のファージ分離と2, 3の性質。日植病報 **38**: 199 (講要).
- 10) 富樫二郎 (1989). 宿主および非宿主作物の連作がハクサイ軟腐病の発生と土壤中の微生物クローラの変動に及ぼす影響。山形大学紀要（農学）**10**: 771-781.
- 11) 富樫二郎 (1990). 野菜類軟腐性細菌のファージ感受性に関する研究。日植病報 **56**: 309-314.
- 12) 富樫二郎・清水康子・生井恒雄 (1995). ハクサイの軟腐病病斑および根圏土壌における病原細菌のファージ型の分布。山形大学紀要（農学）**12**: 167-173.